



**PROCEDE ET INSTALLATION DE FORAGE ET DE CHEMISAGE D'UN
PUITS, NOTAMMENT D'UN Puits DE FORAGE PETROLIER, AU
MOYEN DE TRONÇONS TUBULAIRES ABOUTES INITIALEMENT
SOUPLES, ET DURCIS IN SITU**

La présente invention concerne un procédé pour forer et chemiser un puits, notamment un puits de forage pétrolier, au moyen d'un ensemble de tronçons tubulaires - ou préformes - similaires, initialement souples, aptes à être repliées longitudinalement sur elles-mêmes pour être introduites dans le puits, puis à être dépliées radialement sous l'effet d'une pression interne pour prendre une forme cylindrique, et enfin à être rigidifiées in situ par polymérisation de leur paroi, l'encombrement transversal d'une préforme repliée étant de dimension maximale sensiblement inférieure à son diamètre interne à l'état déplié, et lesdites préformes possédant une portion d'extrémité dont le diamètre - après dépliement - est légèrement supérieur à celui de la préforme, ce qui permet leur jonction bout-à-bout par emboîtement, avec recouvrement de ladite portion d'extrémité.

Ainsi, en recourant à ce type de préforme, qui est connue en soi - notamment par le document WO-A-94/21887 - il est possible d'obtenir un chemisage d'un diamètre constant sur toute la longueur du puits.

A cet égard, il convient de rappeler qu'avec des chemisages (ou tubages) traditionnels constitués par des tubes en acier, on est obligé d'utiliser des tronçons tubulaires télescopiques, à diamètre décroissant en direction du fond du puits, ce qui pose des problèmes d'installation et d'exploitation ultérieure du puits.

L'objectif de l'invention est de proposer un procédé de forage et de chemisage du puits, à l'aide de préformes du type mentionné ci-dessus, qui puisse être mis en oeuvre de manière simple et rapide, à faible coût.

Pour cela, et conformément à l'invention, on commence par mettre en place un premier tronçon, du côté de l'entrée du puits, la portion d'extrémité élargie de ce tronçon étant tournée vers le bas.

Le procédé selon l'invention comprend les étapes suivantes :

a) on fait passer axialement, de haut en bas, à travers ledit tronçon, un outil de forage, et on fore au-dessous et dans le prolongement de ce tronçon un trou de forme et de profondeur adaptées pour recevoir le tronçon suivant ;

b) on retire l'outil de forage ;

c) on introduit une préforme, à l'état replié, à l'intérieur du puits en la faisant traverser le tronçon déjà en place, et on la positionne convenablement à l'intérieur

du trou, sa portion d'extrémité haute venant se placer à l'intérieur de la portion d'extrémité élargie du tronçon ;

d) on introduit un ciment fluide au fond du trou, autour de la portion d'extrémité basse de la préforme ;

5 e) on introduit un fluide sous pression, de densité supérieure à la densité du ciment, à l'intérieur de la préforme afin de la déplier radialement, progressivement de bas en haut, en refoulant le ciment, également de bas en haut, autour de la préforme, contre la paroi du trou ;

10 f) tout en maintenant la préforme sous pression interne, on en chauffe la paroi pour la polymériser ;

g) le ciment ayant pris, et la préforme ayant durci pour constituer un tronçon tubulaire rigide de chemisage, on retire axialement les outillages ayant servi au gonflage et à la polymérisation de la préforme, ainsi qu'à la distribution du ciment ;

15 h) on réitère l'opération pour les tronçons suivants, jusqu'à obtenir la longueur de puits chemisé souhaitée.

Lorsque, comme cela sera expliqué plus loin, la préforme présente des réserves de résine aptes à migrer vers l'extérieur pour former des verrous annulaires d'étanchéité, le positionnement de ces verrous est réalisé au début de l'étape f ci-dessus.

20 De manière particulièrement avantageuse, on utilise un outil de forage du genre trépan, apte à occuper sélectivement trois états de contraction radiale, à savoir un premier état d'encombrement minimal, lui permettant de passer à l'intérieur du tronçon déjà en place, un second état, d'encombrement intermédiaire, pour le forage de la partie principale du trou et un troisième état, d'encombrement maximal, pour le forage de la partie du trou destinée à recevoir la portion élargie de la préforme.

25 Dans un mode de réalisation préférentiel, l'outillage servant au gonflage et à la polymérisation de la préforme, ainsi qu'à la distribution du ciment, comprend une tête à double valve placée en partie basse de la préforme, et apte à distribuer sélectivement un fluide de gonflage à l'intérieur de la préforme et un ciment fluide à l'extérieur de celle-ci.

30 L'installation de forage et de chemisage, qui fait également partie de la présente invention, servant à la mise en oeuvre de ce procédé, est remarquable par le fait qu'elle comprend, en tête de puits :

- une bobine de stockage et de réception, à l'état enroulé, de ladite préforme ;

35 - une tête surplombant l'entrée du puits, apte à permettre le guidage et l'introduction, dans le puits, de la préforme et des différents outillages servant au forage du puits ainsi qu'au gonflage et à la polymérisation de la préforme ;

- des bobines de stockage à l'état enroulé de tubes métalliques élastiquement déformables aptes à faire descendre et remonter lesdits outillages dans le puits, l'un de ces tubes contenant un câble servant à l'alimentation de la préforme en courant électrique ;

5 - un générateur de courant électrique.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront de la description et des dessins annexés qui en représentent, à simple titre d'exemples non limitatifs un mode de mise en oeuvre préféré, ainsi que l'installation correspondante.

Sur ces dessins :

10 - les figures 1 à 4 sont des vues schématiques, en coupe axiale, montrant les différentes étapes de l'opération de forage de la partie de puits qui doit recevoir la préforme ;

- la figure 5 est une vue schématique d'une préforme et de l'outillage dont elle est solidaire, avant mise en place, dans le puits ;

15 - les figures 6 et 7 sont des vues partielles de l'extrémité basse de la préforme, destinées à illustrer le principe de la double valve dont est pourvue la tête d'outillage ;

- les figures 8 à 15 illustrent les différentes étapes de mise en place d'une préforme au bout d'un tronçon déjà en place ;

20 - la figure 16 représente schématiquement, en coupe axiale, un puits chemisé par trois tronçons coaxiaux aboutés ;

- la figure 17 est une vue schématique montrant les différents matériels constitutifs de l'installation, situés en surface (tête de puits) ;

25 - les figures 18 à 30 - à échelle plus petite - illustrent le fonctionnement de l'installation au cours des différentes étapes du chemisage.

La figure 1 représente l'extrémité basse d'un puits vertical en cours de forage et de chemisage. Ce puits, incomplètement foré, comporte un chemisage déjà en place sous forme d'un tube cylindrique rigide 2 présentant une portion d'extrémité basse 20 élargie.

30 Le diamètre D de cette partie 20 est légèrement plus grand que le diamètre d de la partie principale 2, si bien qu'il est possible d'emboîter les uns dans les autres des tronçons 2, avec recouvrement des parties d'extrémité 20.

Le tronçon de chemisage 2 est scellé dans le puits par un ciment périphérique 200.

35 Nous allons maintenant décrire de quelle manière va être mis en place, à l'aide du procédé de l'invention, le tronçon suivant, destiné à être abouté au tronçon 2.

Pour cela, comme illustré aux figures 1 à 4, on commence par forer un trou destiné à recevoir ce tronçon.

5 A cet effet on utilise un outil de forage 1, du genre trépan, qui a la particularité de pouvoir être rétracté ou dilaté radialement, dans trois états d'encombrement différents.

Dans un premier état, illustré à la figure 1, l'outil est rétracté au maximum de telle manière que sa plus grande dimension transversale autorise son libre passage à l'intérieur du tronçon 2, axialement à travers celui-ci.

Dans cet état, son encombrement est donc plus petit que d.

10 De manière connue, l'outil de forage 1 est fixé à l'extrémité d'une tige tubulaire 10, qui porte le moteur d'entraînement (non représenté) de l'outil en rotation, et les organes assurant son déploiement ou sa contraction radiale.

15 Comme on le verra plus loin, la tige 10 est montée à l'extrémité d'un tube métallique apte à être enroulé sur un tambour récepteur disposé en surface, en tête de puits.

Dans un second état de déploiement radial, illustré à la figure 2, la partie coupante 12 de l'outil possède un diamètre de travail sensiblement égal à D.

20 L'outil ayant été descendu axialement dans le puits, à travers le tubage 2 déjà en place, on provoque ce déploiement radial au diamètre D lorsqu'il est arrivé à l'intérieur de la portion élargie 20. On actionne alors l'outil en rotation, tout en poursuivant sa descente comme illustré par la flèche F₁ à la figure 1.

On réalise ainsi le forage d'un trou cylindrique au diamètre D, coaxial au tronçon 2, dans le prolongement de celui-ci, dans le sol S.

25 La profondeur de forage correspond à la longueur du tronçon que l'on souhaite mettre en place.

L'outil 1 possède des organes de coupe additionnels 11 qui peuvent être déployés radialement à un diamètre supérieur à D, afin de pouvoir recevoir la portion élargie du tronçon à mettre en place.

30 Comme illustré à la figure 3, par remontée de l'outil selon F₂, on réalise ainsi un élargissement du trou 3 sur une certaine hauteur.

A la figure 4 on a désigné par la référence 30 la paroi de la partie principale du trou 3, par la référence 31 la paroi de sa portion élargie et par la référence 32 la portion basse du trou, dont le diamètre D est le même que celui de la partie 30.

35 La préforme 4 représentée schématiquement à la figure 5 est du même type général que celle décrite en détail dans le WO-A-94/21887 déjà cité.

Néanmoins, elle est dépourvue dans sa partie basse d'un organe obturateur gonflable, du fait qu'on a affaire à un trou borgne ; de plus, la préforme 4 possède une portion d'extrémité basse 40 de section élargie.

5 La préforme 4 est supportée par une tige tubulaire 5 en acier, enroulable sur un tambour de stockage situé en surface, et qui permet de la faire descendre à l'intérieur du puits, et de lui fournir les fluides de cimentation et de gonflage, ainsi que l'énergie électrique pour la polymérisation de la préforme, par l'intermédiaire d'un dispositif de raccordement 500 relié à un conduit central (axial) 50 disposé à l'intérieur de la préforme et se raccordant en partie basse de celle-ci à une tête de distribution 51.

10 Ce type de tige d'acier enroulable est couramment désignée dans le métier par le terme anglais "COILED TUBING" - en abrégé "C.T." -.

Comme cela est décrit dans le WO-A-94/21887 déjà cité, la préforme est obturée à ses extrémités haute et basse, de manière étanche, par des manchons arrachables et/ou découpables en fin d'opération.

15 La tête distributrice 51 possède une double valve 52, 53, actionnable sélectivement (depuis la surface).

Comme illustré aux figures 6 et 7, la valve 52 permet de distribuer un fluide de gonflage à l'intérieur de la préforme (flèches I), tandis que la valve 53 permet de distribuer un ciment fluide à la base de la préforme, à l'extérieur de celle-ci (flèches J).

20 Comme illustré à la figure 8, la préforme 4 - qui se trouve initialement à l'état radialement replié - est descendue dans le trou 3 axialement, du haut vers le bas, à travers le tronçon de chemisage 2 déjà en place.

Bien entendu, pour que ceci soit possible, il est nécessaire que l'encombrement transversal de la préforme repliée soit inférieur au diamètre interne de la préforme dépliée, qui correspond à celui du tubage 2 déjà en place.

25 Lorsque la préforme est repliée sur elle-même, elle présente une section en "U" ou en forme d'escargot - comme illustré par exemple aux figures 6A et 6B, respectivement du document WO-A-94/25655 ; lorsqu'elle est dépliée elle présente une section circulaire.

30 La préforme 4 est positionnée dans le trou 3 de telle manière que sa portion d'extrémité plus large 40 se trouve en regard de l'élargissement de puits 31 ; la longueur du trou 3 est déterminée pour que, dans cette position, la portion supérieure de la préforme se trouve en regard de l'élargissement 20 du tubage déjà en place.

35 On procède alors à l'injection d'une dose de ciment liquide 6 à la base de la préforme, via la valve 53 (flèches J, figure 9).

Le ciment est choisi pour avoir une densité voisine - voire légèrement supérieure - de celle de la boue liquide 7 se trouvant dans le puits.

L'arrivée de ciment à la base de la préforme chasse donc cette boue vers le haut.

Comme illustré à la figure 10, on procède ensuite au gonflage de la préforme, en injectant un fluide sous pression à l'intérieur de celle-ci, via la valve 52 (flèches I).

Il s'agit soit d'un liquide introduit de l'extérieur (depuis la tête de puits) par le conduit 5 dans la préforme, soit d'un liquide (eau, boue ou pétrole) présent dans le puits et pompé dans la préforme.

Le liquide de gonflage est avantageusement choisi pour avoir une densité légèrement supérieure à celle du ciment et de la boue entourant la préforme, si bien que le gonflage va se faire progressivement du bas vers le haut, comme symbolisé par les flèches G à la figure 10.

A défaut, la progression du gonflage du bas vers le haut peut être contrôlée en prévoyant, le long de la préforme, une série de bagues de contention frangibles, dont le seuil de rupture est adapté à ce sens de progression.

Le ciment est par conséquent refoulé également de bas en haut contre la paroi du puits, comme symbolisé par la flèche H, tandis que la boue 7 se trouve chassée vers le haut.

De préférence le volume de ciment périphérique n'est pas suffisant pour atteindre la partie haute de la préforme, de manière à assurer une liaison sans ciment dans la zone de jonction entre les portions d'extrémité des deux tronçons 2 et 4 (voir figure 11).

De préférence, la préforme 4 possède une paroi en résine polymérisable à chaud, prise en sandwich entre une peau intérieure et une peau extérieure élastiques, et munie, côté intérieur, d'une réserve contenant de la résine apte à migrer vers l'extérieur pour former des bourrelets annulaires favorisant l'ancrage et l'étanchéité du tubage contre la paroi du puits.

Une préforme de ce genre est décrite dans la demande de brevet français 94 08691 déposée le 7 juillet 1994 par la demanderesse, et dans son extension internationale PCT/FR 95/00902.

Ces verrous annulaires, répartis tout le long de la préforme sont référencés 9 ; de préférence il est prévu une densité plus grande de verrous (c'est-à-dire un écartement plus faible entre les verrous) aux extrémités haute et basse de la préforme, de manière à assurer une bonne étanchéité dans la liaison bout-à-bout des différents tronçons.

Le chauffage et la polymérisation de la préforme sont réalisés une fois le gonflage terminé, la pression de gonflage étant maintenue à l'intérieur de la préforme.

A titre indicatif, la pression interne est de l'ordre de 15 bars.

Le chauffage de la préforme peut se faire soit en introduisant un fluide chaud à l'intérieur de la préforme, soit par réaction chimique exothermique, soit encore - de préférence - par effet Joule, au moyen de résistances électriques (fils chauffants) disposées dans la paroi de la préforme ou à proximité de celle-ci, et alimentées en courant électrique depuis la tête de puits, via la tige - "Coiled Tubing" - 5.

A titre indicatif, la température nécessaire à la polymérisation est de l'ordre de 110 à 140°C, et la durée de cette étape est de l'ordre de six à huit heures.

Lorsque la polymérisation des verrous 9 et de la paroi de préforme est terminée, et que le ciment 6 a fait sa prise (figure 12), on retire l'outillage 500, 50, 51 (flèche K, figure 13).

On installe alors un outil de coupe (501) à l'extrémité du tube 5, et on découpe le manchon d'étanchéité de l'extrémité haute de la préforme (polymérisée) 4' (figure 14), qu'on arrache ensuite. On opère de la même manière pour le manchon inférieur.

On obtient alors un tronçon de chemisage rigide 4' qui prolonge coaxialement le tubage précédent 2 (voir figure 15).

L'opération qui vient d'être décrite est bien sûr répétée, tronçon après tronçon, afin d'obtenir la profondeur de puits chemisé souhaitée.

Dans un mode de réalisation possible de la préforme, celle-ci a une âme composée à 30% de résine époxy et à 70% de fibres de verre, cette âme ayant une épaisseur de l'ordre de 14mm ; les peaux intérieure et extérieure, en caoutchouc synthétique, ont respectivement une épaisseur de 2mm et de 6mm environ.

A titre indicatif, la portion principale de la préforme 4 possède, à l'état déplié, un diamètre intérieur de l'ordre de 140mm et un diamètre extérieur de l'ordre de 184mm, tandis que la portion élargie 40 possède un diamètre intérieur de l'ordre de 188mm et un diamètre extérieur de l'ordre de 236mm.

Les portions 30-32 et 31 du puits ont des diamètres moyens de l'ordre de 197mm et de 244,5mm, respectivement.

La longueur des différents tronçons peut naturellement être très variable ; à simple titre indicatif, la longueur d'une préforme peut être de l'ordre de 500m.

La figure 16 représente un puits P chemisé par un ensemble de trois tronçons 2A, 2B et 2C aboutés et cimentés.

La figure 17 représente schématiquement une installation de tête de puits qui permet de mettre en oeuvre le procédé selon l'invention.

Sur cette figure, la tête de puits, référencée 55, est équipée d'une structure métallique (châssis) 100 entourant la tête de puits.

Cette structure 100 porte un injecteur 101 pourvu d'un sabot d'appui 102, et servant à supporter et à pousser les différents matériels lorsqu'ils sont descendus dans le puits ou retirés de celui-ci ; elle se trouve à l'aplomb de l'entrée du puits.

On a désigné par la référence 54 un tambour de stockage sur lequel est enroulée la préforme ; elle est supportée par un wagonnet.

La référence 540 désigne un sabot de support et de guidage de la préforme à l'entrée du puits.

Les références 56 et 57 désignent des tambours sur lesquels sont enroulés et stockés respectivement les tubes "C.T." (Coiled Tubing) 560 et 5.

Le tube 560 sert à supporter et à déplacer l'outil de forage ; le tube 5 (comme déjà dit) sert à supporter la préforme, à amener les fluides de gonflage et de cimentation à la préforme, et à la connecter à une source de courant électrique (pour la polymérisation).

L'électricité est fournie par un générateur électrique 58.

La référence 59 désigne une cabine de contrôle de l'opération.

De manière classique, l'entrée du puits à forer est initialement garnie d'un cuvelage 550.

Le trépan 1 est adapté à l'extrémité du tube 560, lequel est déroulé du tambour récepteur 56, supporté et guidé par le sabot 102, puis poussé par l'injecteur 101 (voir figure 18).

On procède alors au forage du trou, de forme étagée 3, destiné à recevoir le premier tronçon (figure 19).

Après mise en place de la préforme, cimentation et mise au rond, et enfin polymérisation in situ de celle-ci, via un conducteur électrique 580 relié au générateur 58, on retire le conduit central (50), le tube 5 auquel il est attaché s'enroulant sur le tambour 54 (vide) sur laquelle était initialement stockée la préforme (figure 20).

La préforme se trouve aboutée, de manière étanche, au cuvelage 550.

On défait ensuite les connexions hydraulique et électrique avec la préforme, on installe et on scelle de manière étanche autour de la tête du puits un appareillage de sécurité ad-hoc A, ceci par une technique conventionnelle (figure 21).

A l'aide de l'outil de coupe 501, porté par le tube 5, on découpe les manchons d'étanchéité haut et bas (figure 22).

L'étape suivante consiste à forer la section suivante, pour obtenir un trou étagé 3 prolongeant le tronçon 2 (figure 23).

Ensuite, on calibre les diamètres et on vérifie l'alignement du tronçon 2 et du trou 3, à l'aide d'un instrument approprié 1000 (figure 24).

On met en place une nouvelle préforme (figure 25).

On la fait descendre dans le puits, et on la positionne convenablement dans le trou 3. On la connecte au tube 5, et on procède au gonflage, à la cimentation, et à la polymérisation (figure 26).

5 On retire le conduit central 50, qu'on remonte et qu'on enroule sur le tambour récepteur 54 (figures 27 et 28).

On suspend l'outil de coupe 501 au tube 5, et on le descend pour découper les manchons d'extrémité (figure 29).

On obtient ainsi deux tronçons rigides aboutés 2A, 2B (figure 30).

REVENDICATIONS

1. Procédé pour forer et chemiser un puits, notamment un puits de forage pétrolier, au moyen d'un ensemble de tronçons tubulaires - ou préformes - similaires, initialement souples, aptes à être repliées longitudinalement sur elles-mêmes pour être introduites dans le puits, puis à être dépliées radialement sous l'effet d'une pression interne pour prendre une forme cylindrique, et enfin à être rigidifiées in situ par polymérisation de leur paroi, l'encombrement transversal d'une préforme repliée étant de dimension maximale sensiblement inférieure à son diamètre interne à l'état déplié, et lesdites préformes (4) possédant une portion d'extrémité (40) dont le diamètre - après dépliement - est légèrement supérieur à celui du reste de la préforme, ce qui permet leur jonction bout-à-bout par emboîtement avec recouvrement de ladite portion d'extrémité (40), caractérisé par le fait que, un premier tronçon (2) ayant été mis en place du côté de l'entrée du puits, sa portion d'extrémité élargie (40) tournée vers le bas,

a) on fait passer axialement, de haut en bas à travers ledit tronçon (2), un outil de forage (1), et on fore au-dessous et dans le prolongement de ce tronçon (2) un trou (3) de forme et de profondeur adaptées pour recevoir le tronçon suivant ;

b) on retire l'outil de forage (1) ;

c) on introduit une préforme (4), à l'état replié, à l'intérieur du puits en la faisant traverser le tronçon (2) déjà en place, et on la positionne convenablement à l'intérieur du trou (3), sa portion d'extrémité haute venant se placer à l'intérieur de la portion d'extrémité élargie (40) du tronçon (2) ;

d) on introduit un ciment fluide (6) au fond du trou (3), autour de la portion d'extrémité basse de la préforme ;

e) on introduit un fluide sous pression (8), de densité supérieure à la densité du ciment (6), à l'intérieur de la préforme (4) afin de la déplier radialement, progressivement de bas en haut, en refoulant le ciment, également de bas en haut, autour de la préforme, contre la paroi du trou (3) ;

f) tout en maintenant la préforme sous pression interne, on en chauffe la paroi pour la polymériser ;

g) le ciment ayant pris, et la préforme ayant durci pour constituer un tronçon tubulaire rigide de chemisage (4'), on retire axialement les outillages ayant servi au gonflage et à la polymérisation de la préforme, ainsi qu'à la distribution du ciment ;

h) on réitère l'opération pour les tronçons suivants, jusqu'à obtenir la longueur de puits chemisé souhaitée.

2. Procédé selon revendication 1, caractérisé par le fait qu'on utilise un outil de forage (1) du genre trépan, apte à occuper sélectivement trois états de contraction

radiale, à savoir un premier état d'encombrement minimal, lui permettant de passer à l'intérieur du tronçon (2) déjà en place, un second état, d'encombrement intermédiaire, pour le forage de la partie principale (30) du trou (3) et un troisième état, d'encombrement maximal, pour le forage de la partie (31) du trou (3) destinée à recevoir la portion élargie de la préforme (4).

3 . Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que ledit outillage comprend une tête (51) à double valve (52, 53) placée en partie basse de la préforme (4), et apte à distribuer sélectivement un fluide de gonflage (8) à l'intérieur de la préforme (4) et un ciment fluide (7) à l'extérieur de celle-ci.

4 . Installation de forage et de chemisage, destinée à la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée par le fait qu'elle comprend, en tête du puits :

- une bobine (54) de stockage et de réception, à l'état enroulé, de ladite préforme (4) ;

- une tête (101) surplombant l'entrée (55) du puits, apte à permettre le guidage et l'introduction dans le puits de la préforme (4) et des différents outillages servant au forage du puits ainsi qu'au gonflage et à la polymérisation de la préforme ;

- des bobines (56, 57) de stockage à l'état enroulé de tubes métalliques élastiquement déformables (560, 5) aptes à faire descendre et remonter lesdits outillages dans le puits, l'un (5) de ces tubes contenant un câble servant à l'alimentation de la préforme en courant électrique ;

- un générateur de courant électrique (59).

FIG. 1

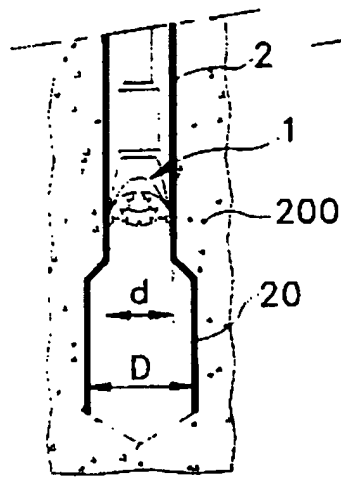


FIG. 2

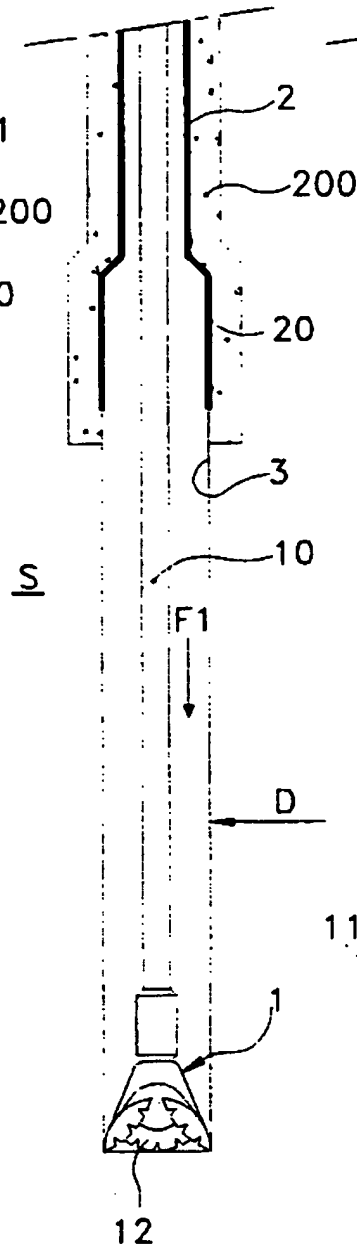


FIG. 3

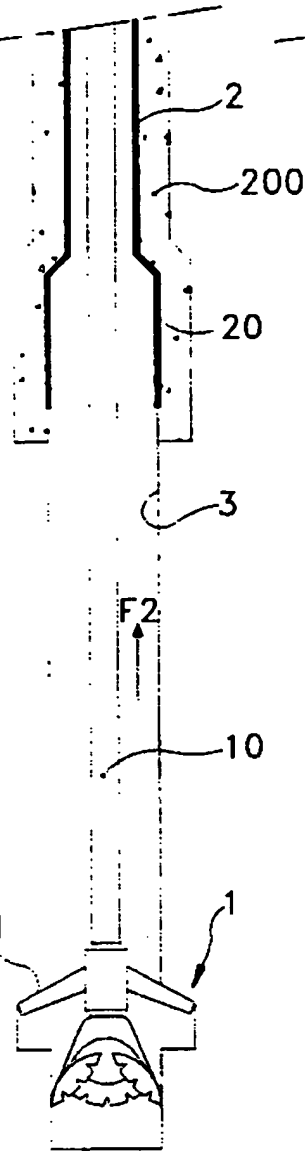


FIG. 4

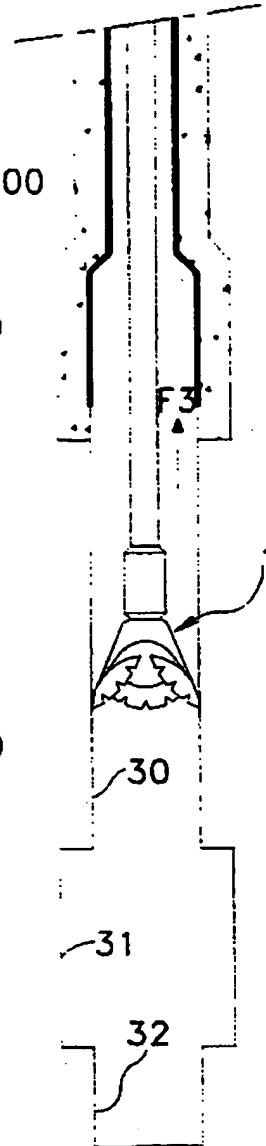


FIG. 5

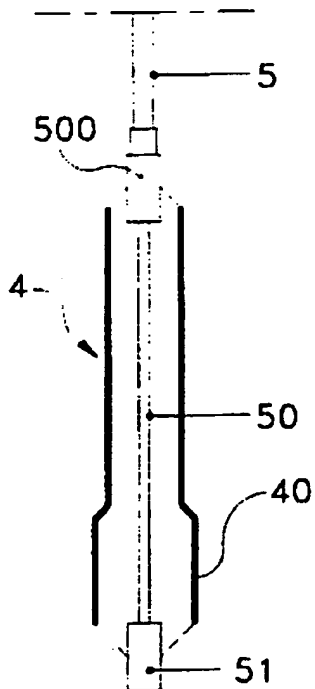


FIG. 6

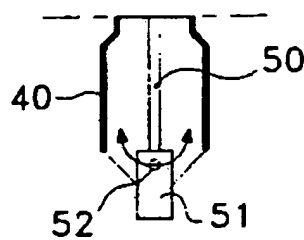
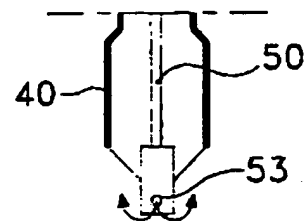


FIG. 7



2/12

FIG. 8

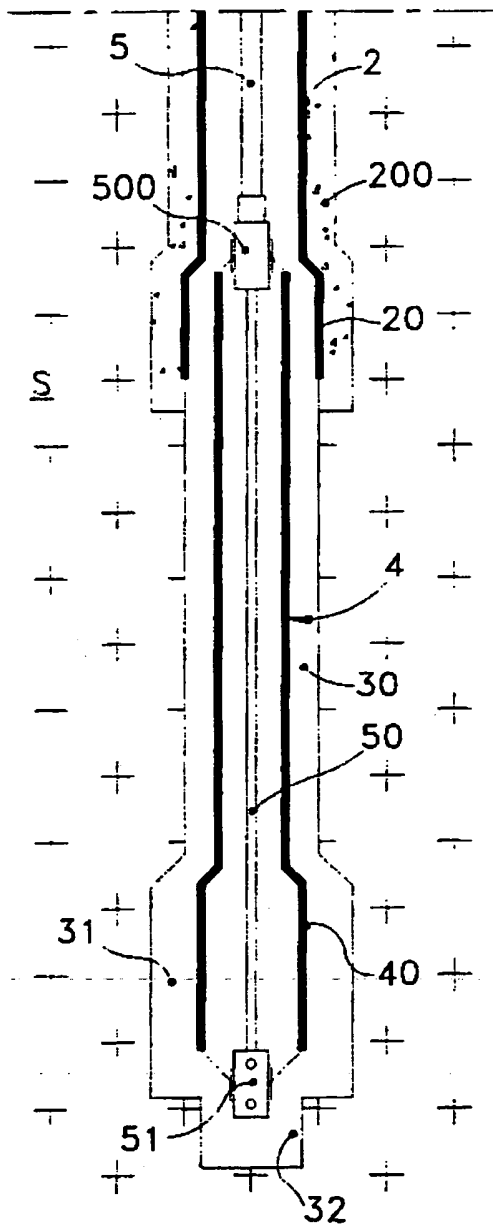
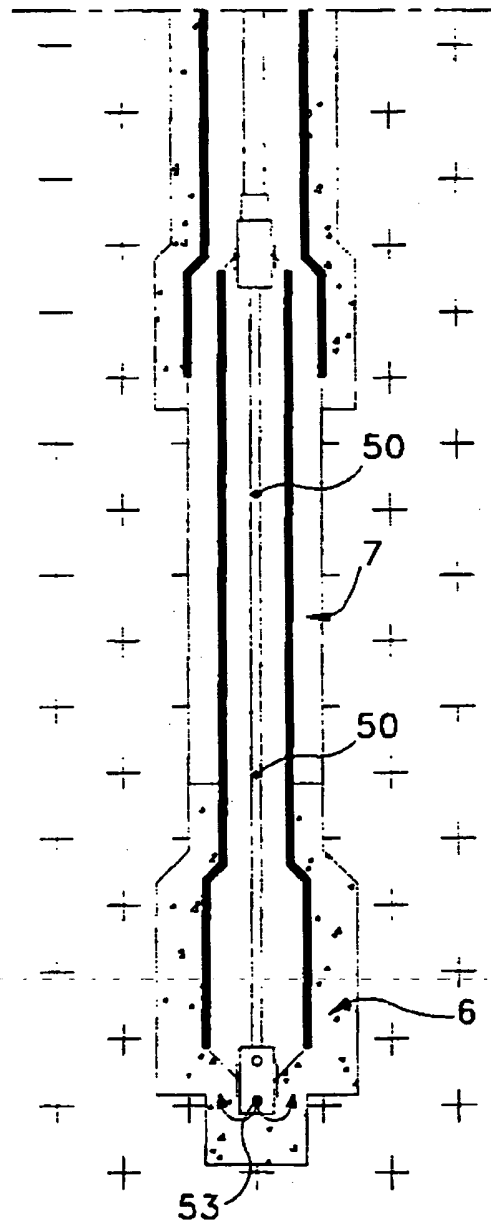


FIG. 9



3/12

FIG. 10

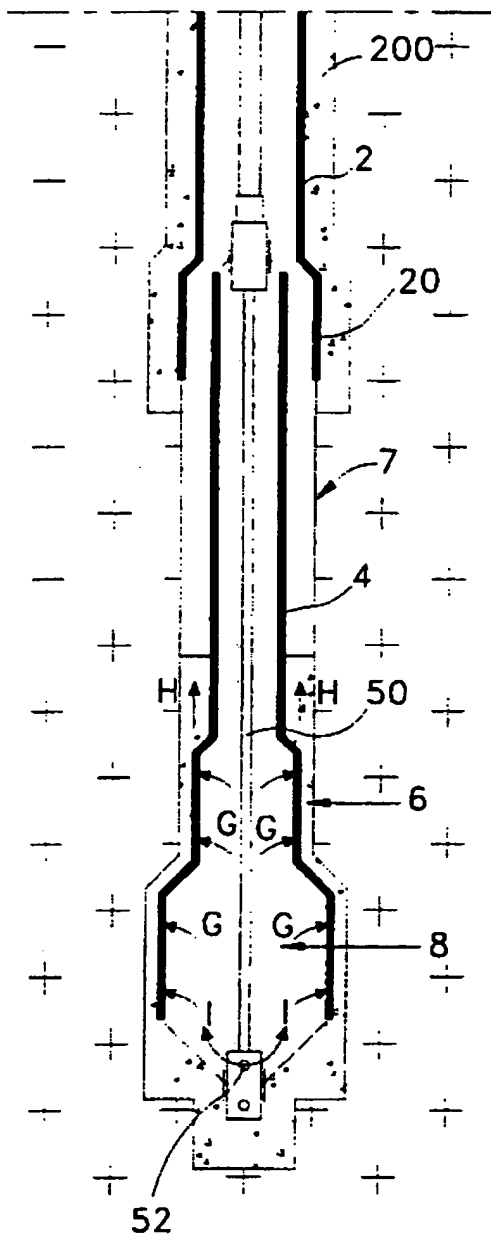
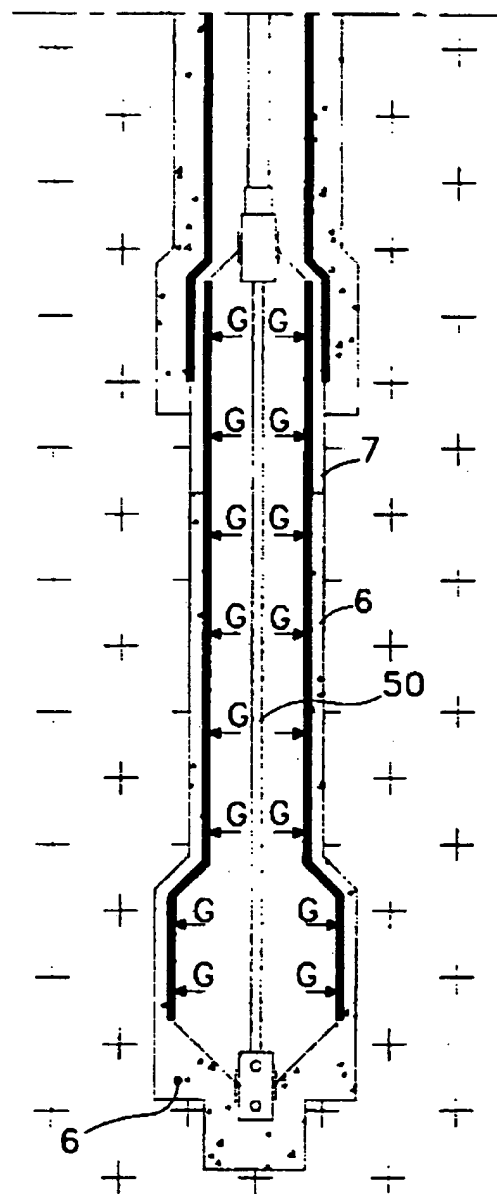
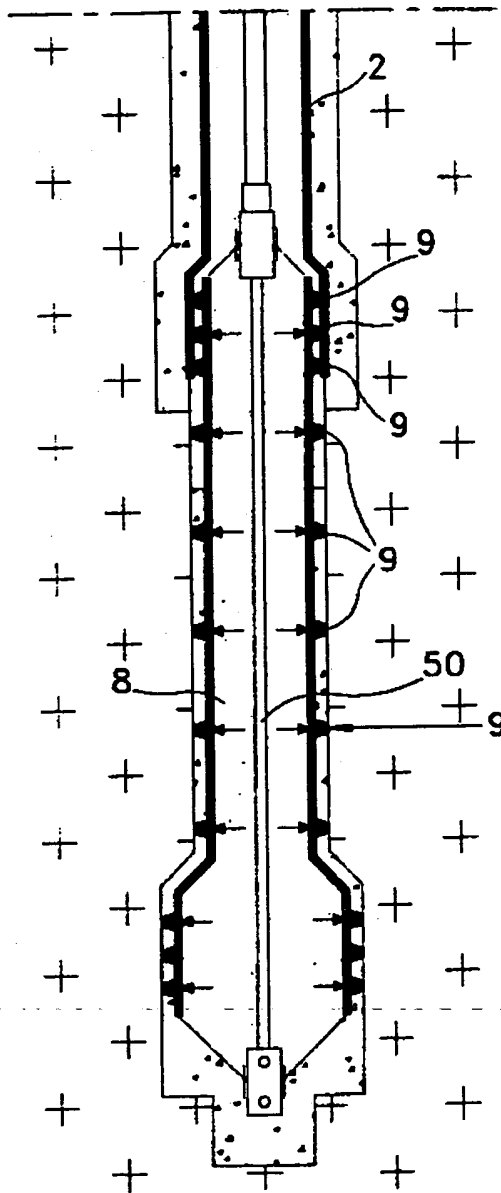
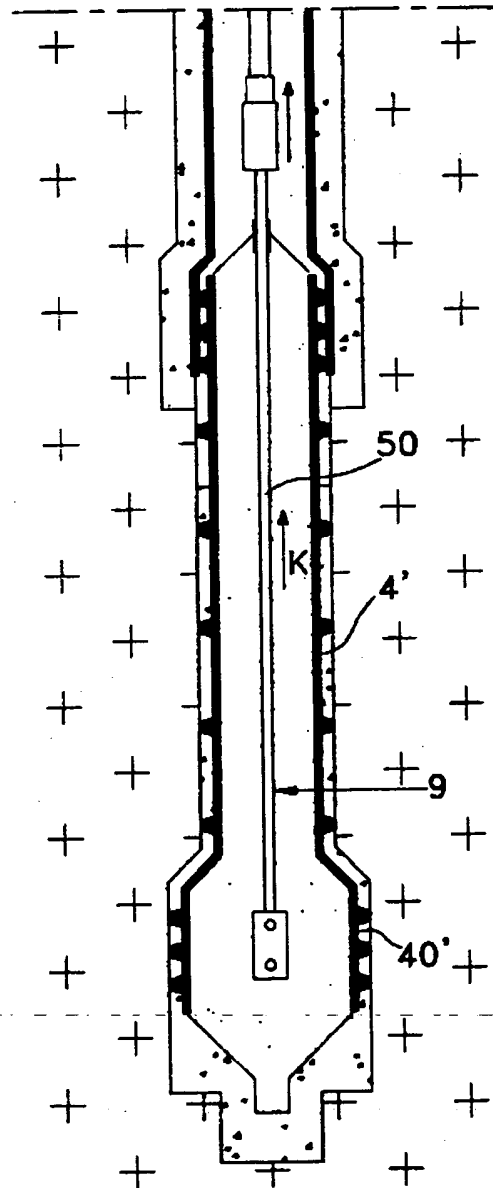


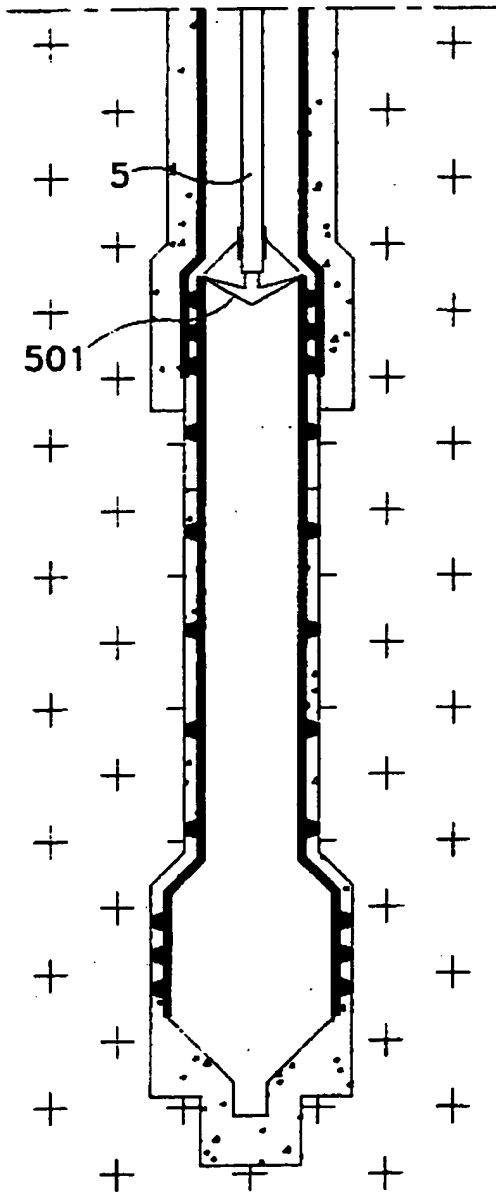
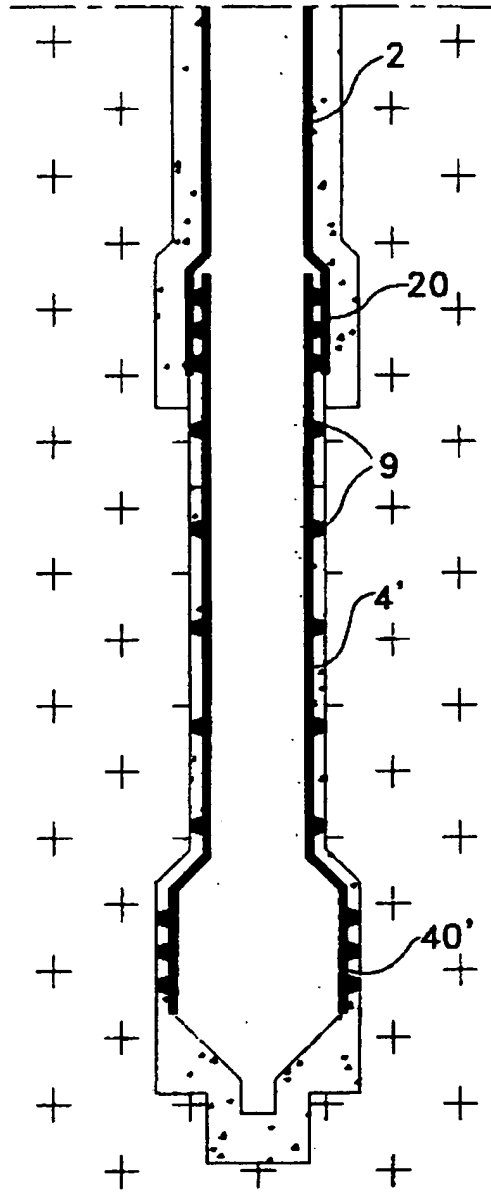
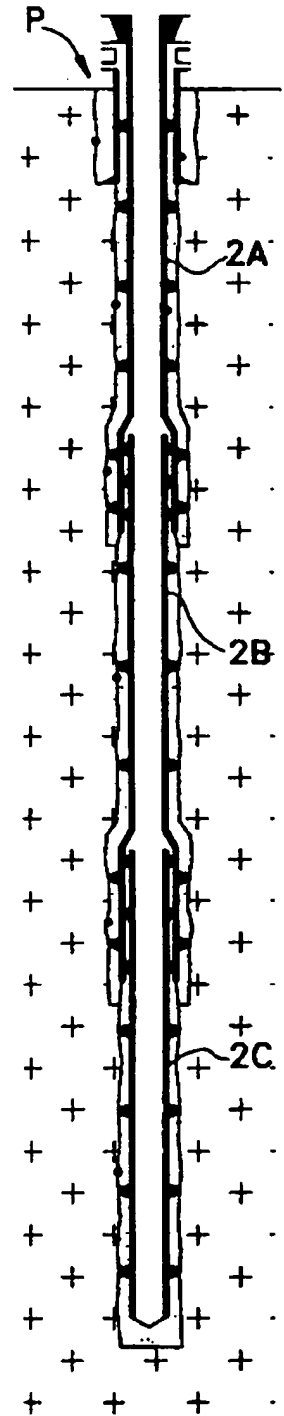
FIG. 11



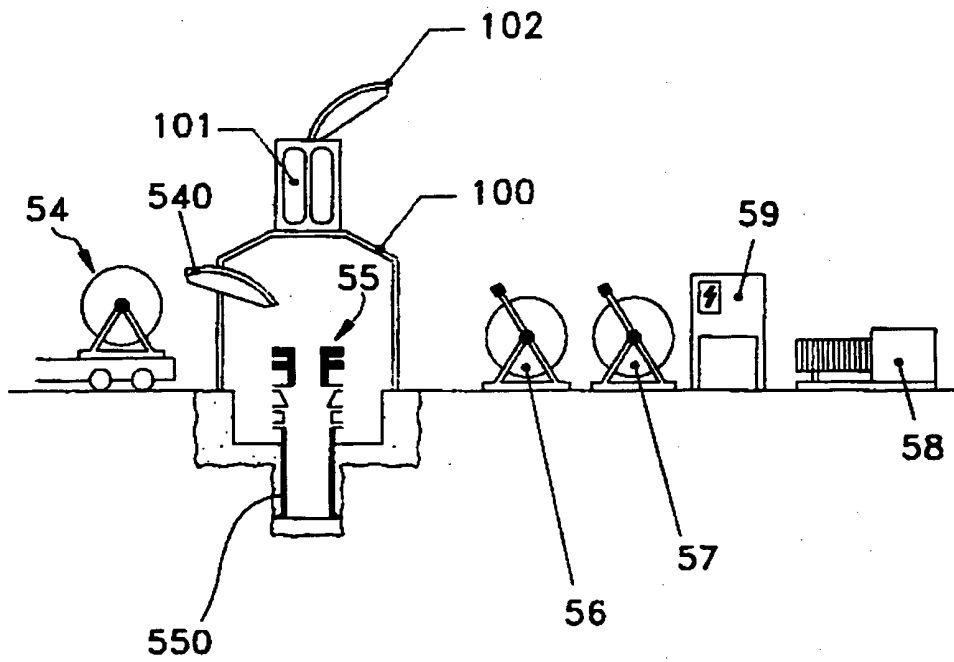
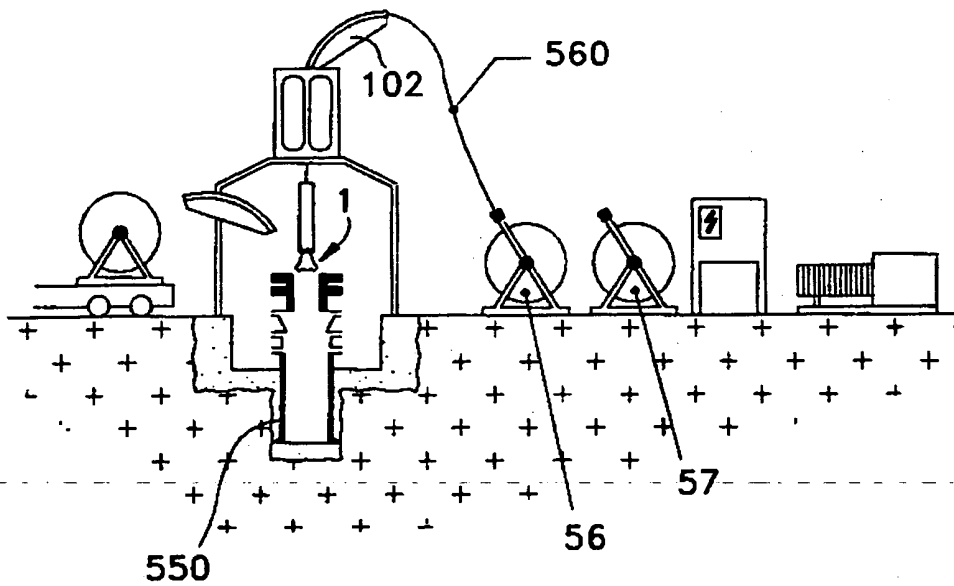
4/12

FIG.12FIG.13

5/12

FIG.14FIG.15FIG.16

6/12

FIG.17FIG.18

7/12

FIG.20

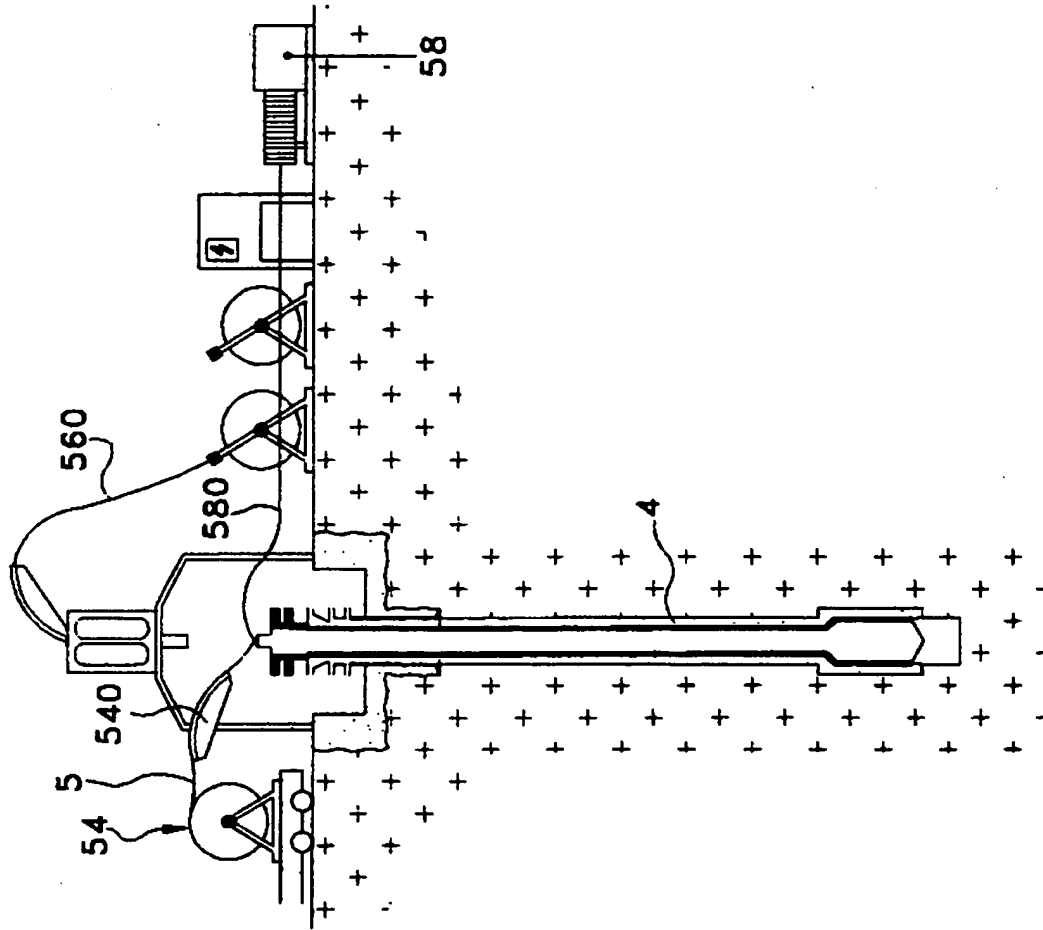
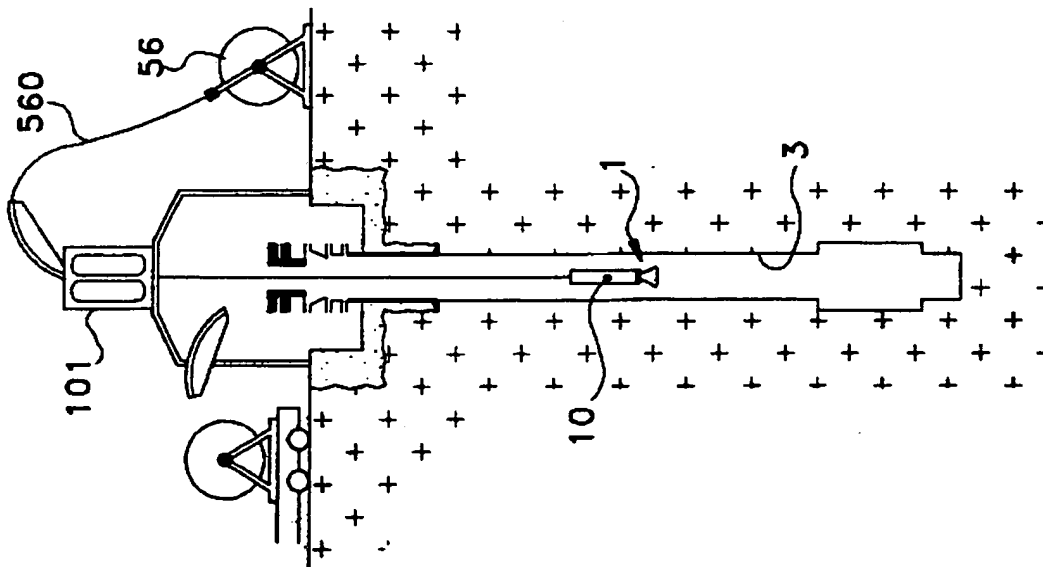
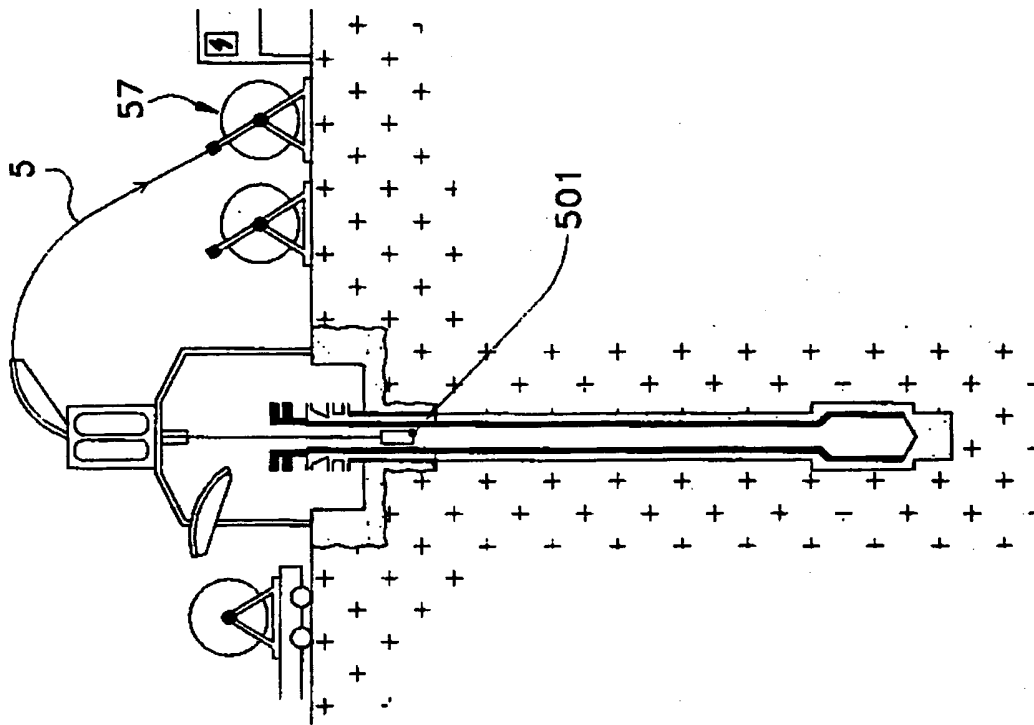
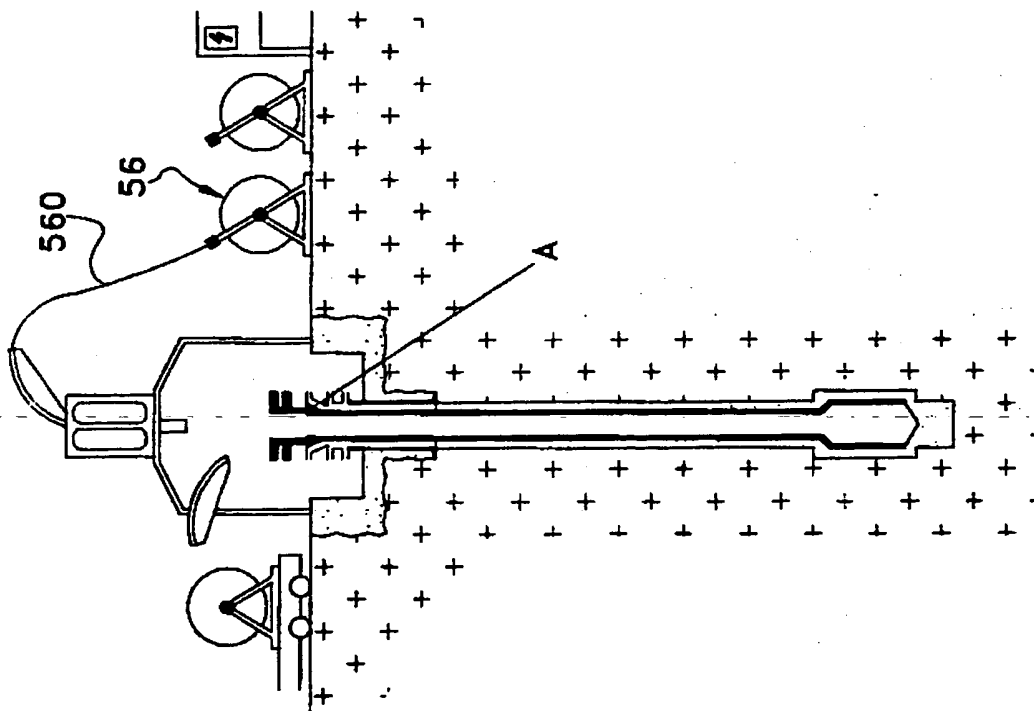


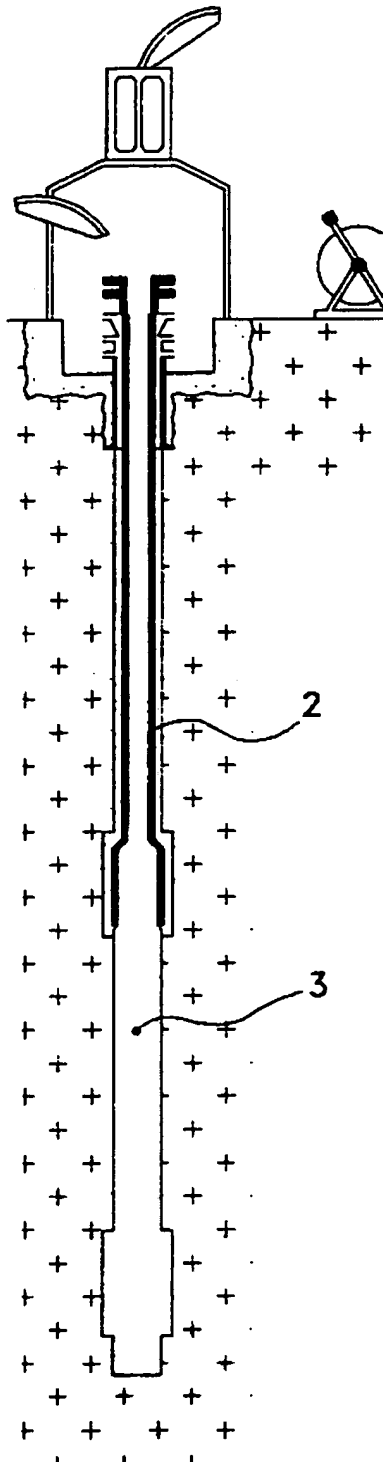
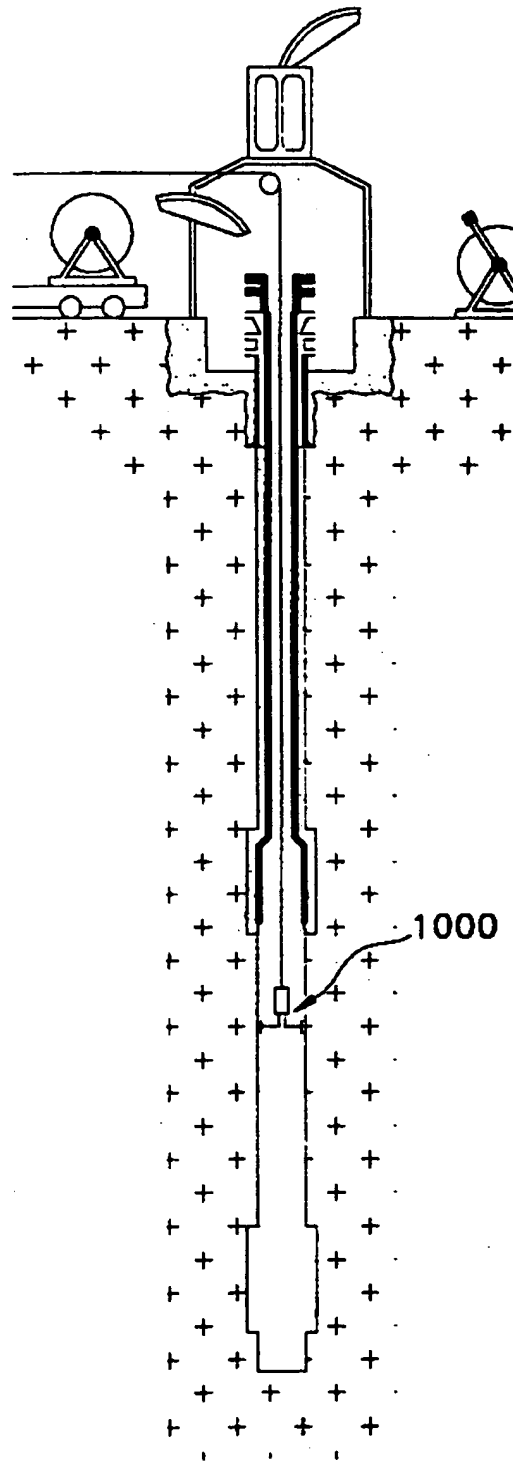
FIG.19



8/12

FIG. 22FIG. 21

9/12

FIG.23FIG.24

10/12

FIG.25

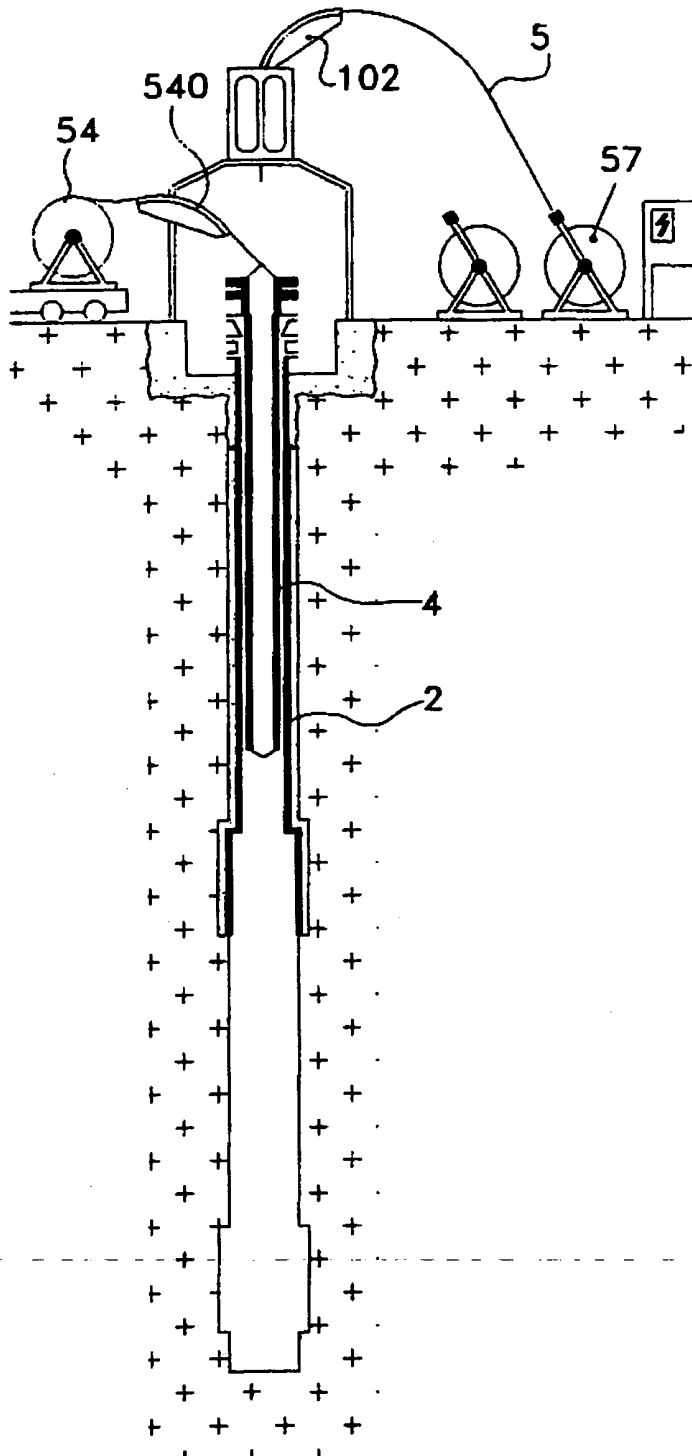


FIG.26

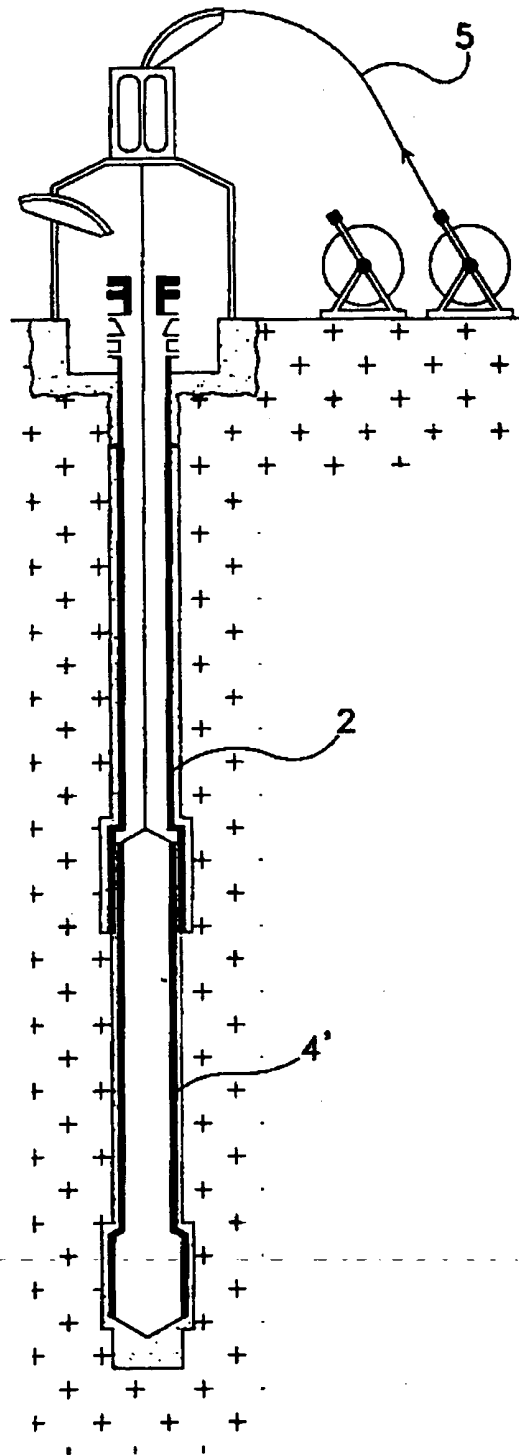


FIG.27

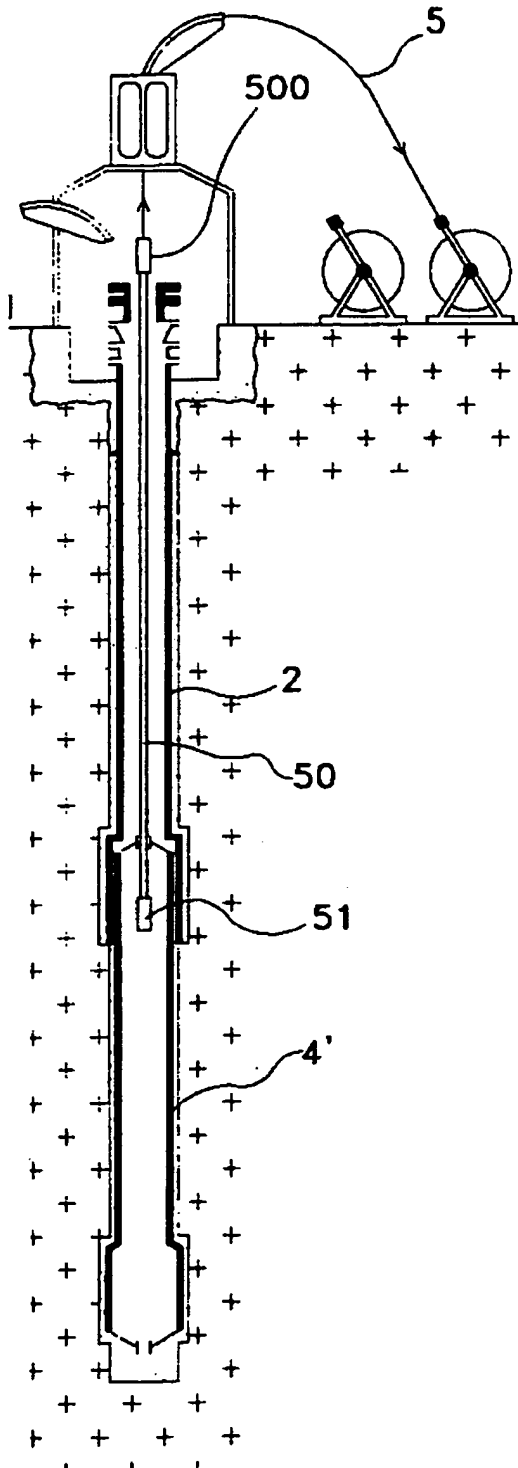
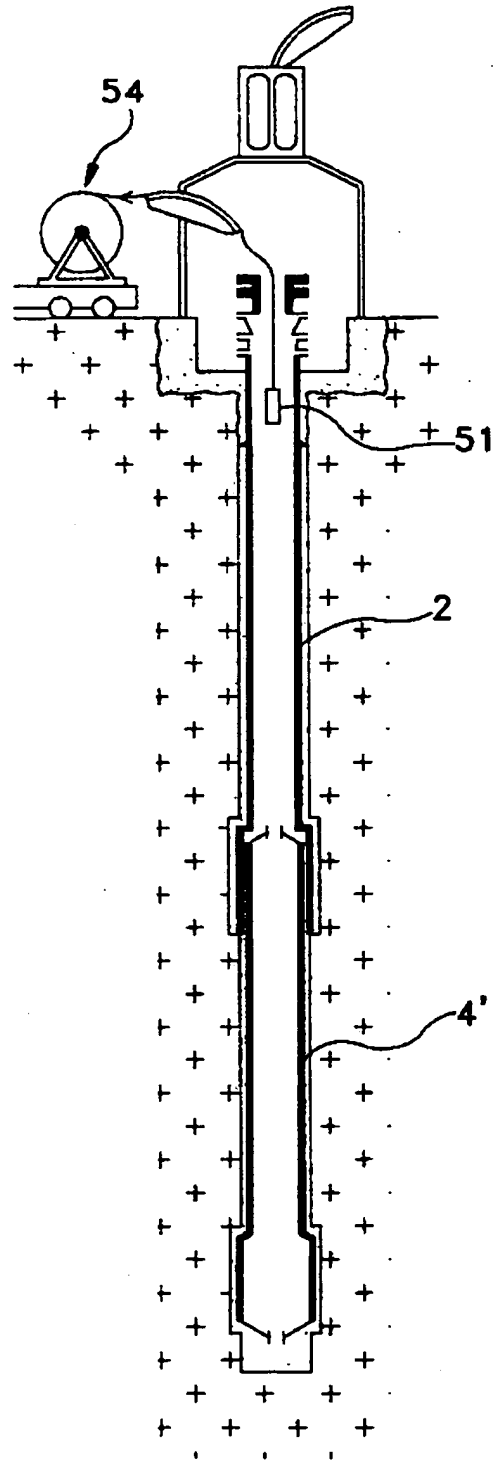
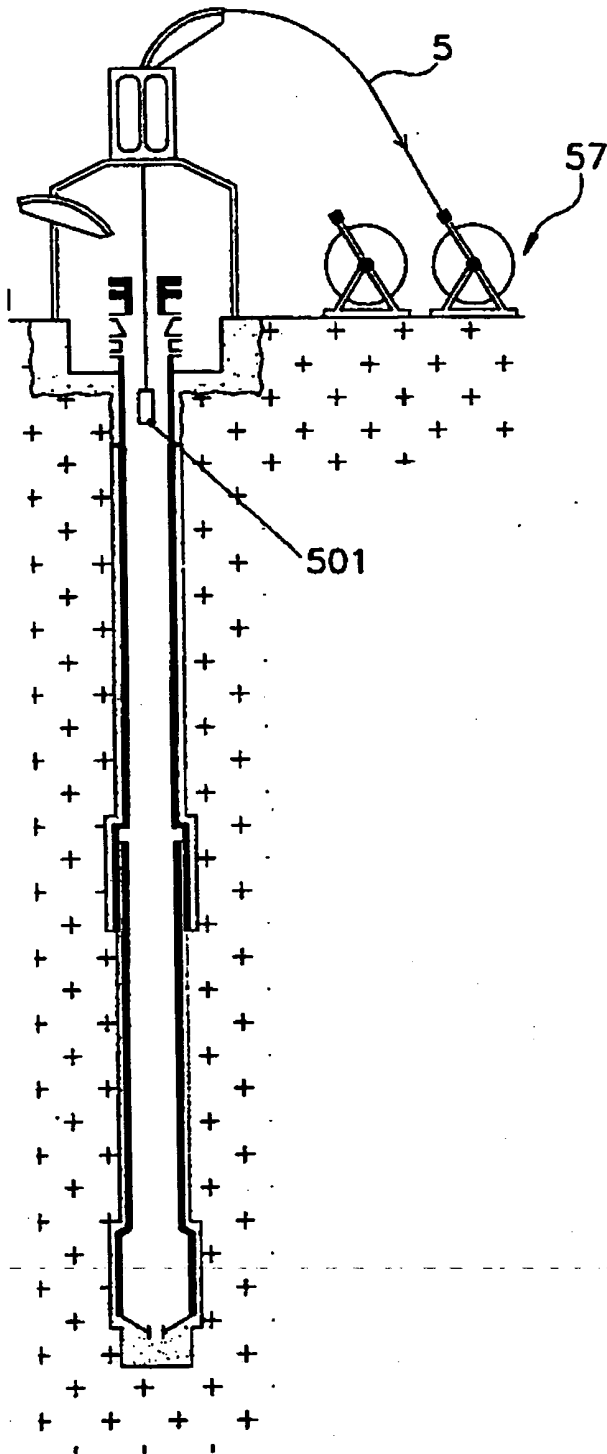
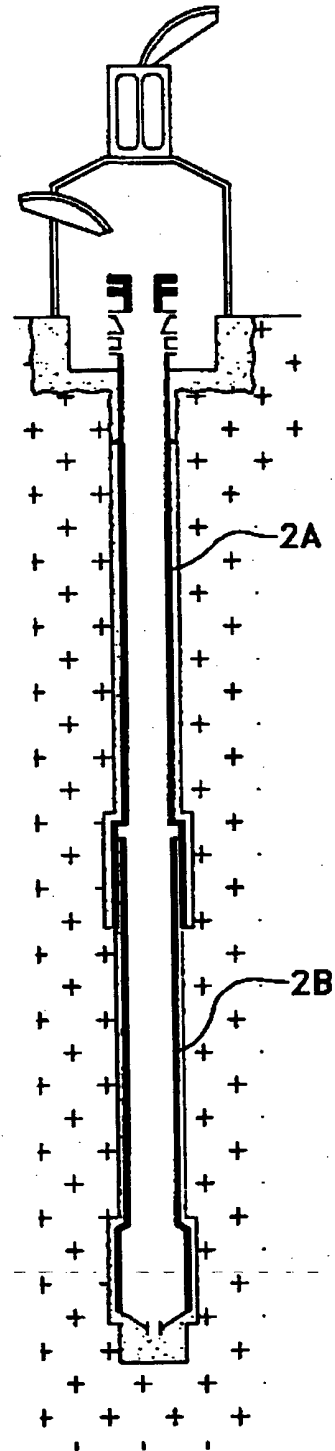


FIG.28



12/12

FIG.29FIG.30

PD-00/02/98
P-54+56+59=(3)

Casing-while-drilling system reduces hole collapse risks

*Controlling high differential pressures
between adjoining formations.*

**Detlef Hahn
Friedhelm Makohl
Larry Watkins
Baker Hughes INTEQ**

A collapsed hole adds great expense to any drilling project and can, in an extreme case, lead to a well's abandonment. Hole collapse can be caused by a number of drilling conditions including shale swelling, sloughing, and unconsolidated (flowing) sands that cause a hole to "wash out" as soon as it is drilled.

Another cause is an extreme pressure drop between adjoining formations. A new drilling system that sets the liner while drilling has been developed as a means of avoiding severe mud losses and hole collapse.

This system's first applications were in wells in which a formation with high pore pressure was closely followed by a depleted gas reservoir with significantly lower pressures. Typically, drilling into a low-pressure formation with a heavy mud, designed to drill through high-pressure zones, will result in severe mud losses and simultaneous hole collapse.

With this new system, the liner is set concurrently with drilling. Although some mud losses still occur, the liner protects the borehole integrity. When entering the low-pressure formation, heavy mud losses can occur. Drilling continues until the hole collapses. The liner is set when it gets stuck or whenever the target depth is reached.

Once the liner is in place in the "trouble zone", the inner drilling assembly is removed, the liner is cemented, and fluid properties are adjusted to better match the new drilling conditions. At this point normal drilling operations can resume.

System design

Drilling with a liner in place is not a new concept. Until recently, however, the thin liner wall limited the maximum liner loads and

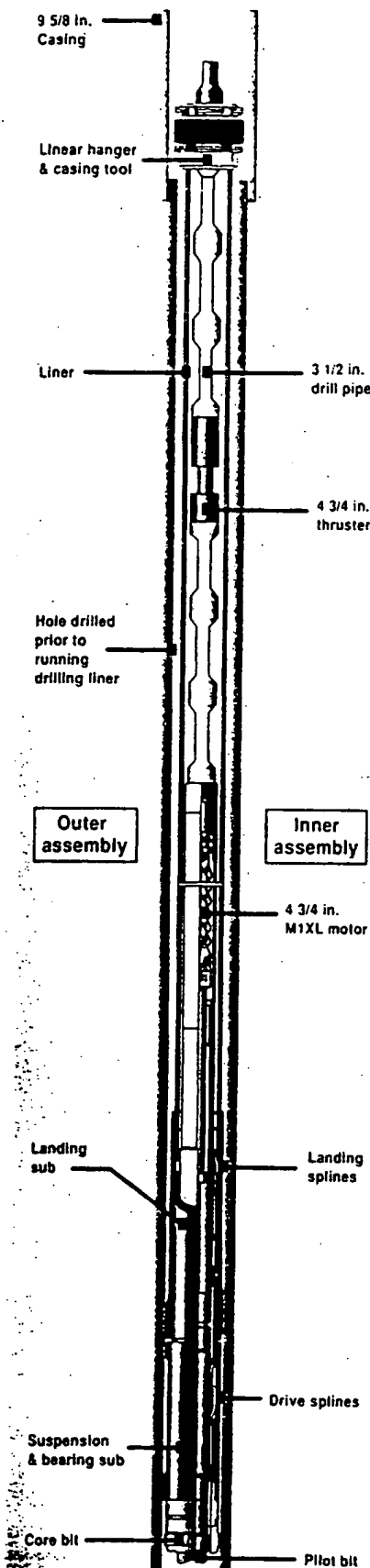
restricted rate of penetration (ROP). The new drilling liner makes it possible to drill in this manner with acceptable ROP (even in sliding mode) due to the increase in available downhole motor speed and torque.

The drilling liner system consists of an outer and inner assembly. Both assemblies are temporarily connected via retractable splines which ensure that the inner and outer assemblies are properly aligned with one another. When running in the hole, the splines are retracted and, upon reaching proper alignment, extend automatically. After the liner is set, the process of pulling the inner string from the liner forces the splines to retract once again.

- **Inner assembly:** The inner assembly consists of a pilot bit, a male sub, a downhole motor and a thruster. The inner assembly's spline male sub houses the retractable drive splines, which transmit torque from the motor to the outer assembly's core bit. This means the core bit and pilot bit turn together at the same rate.

The motor provides torque and rotation while the thruster provides a dynamic length suspension of the inner string with respect to the outer string. This allows the thruster to compensate for the inner and outer assemblies' varying thermal expansions. In addition, the thruster provides the hydraulic weight on bit (WOB).

- **Outer assembly:** The components that comprise the outer assembly include a core head, female sub, suspension sub (bearing sub) and a landing sub. The outer, lower assembly is connected via a crossover to a standard liner with required length. In addition to delivering the cutting action, the core head provides guidance for the inner assembly's pilot bit. The spline female sub forms a locking mechanism for the inner assembly's retractable male splines. The suspension sub offers longitudinal length suspension and delivers radial guidance.



7 in. Drilling Liner System showing inner and outer assemblies.

casing while drilling

continued from page 56

total losses occurred, and the liner stuck. There was no problem setting the hanger or retrieving the inner string. The interval drilled on this well was 42 ft. Subsequent drilling liner runs were scheduled in December 1997 and the Spring of 1998.

North Sea well

The first application of this technology in the North Sea took place in November 1997. In addition, this marked the introduction of a 9 5/8-in. drilling liner system (the Indonesia jobs were all drilled using 7-in. systems).

Although the plan called for drilling the interval in a sliding mode, a rock bit was used

There is now a more cost-effective means of controlling the problem of high differential pressures between two adjoining formations.

rather than a PDC bit to reduce torque in the event rotation was necessary. However, the 62-ft interval intersecting the high-pressure cap rock and low pressure reservoir was drilled entirely in the sliding mode.

The liner was set 23 ft into the target formation and the inner string was retrieved without any problems. The liner length used on this job was 6,822 ft. This well also marked the first successful application of a cementing valve.

Conclusions

The successful application of this technology means that there is now a more cost-effective means of controlling the problem of high differential pressures between two adjoining formations. As a result, several more runs are scheduled in both Norway and Indonesia.

With the growing re-entry market and the fact that similar problems exist all over the world, it appears likely that the near future will see this technology expanding into even more operating areas.

To fulfill these requirements, different drilling liner sizes for varying drift diameters will have to be made available. A 7 5/8-in. drilling liner system has been designed for Norway and is scheduled to run in the Spring of 1998.

Despite the successes of the first five runs, there is still some room for improvement. One major aspect will be to suit one inner assembly to different liner drift sizes to reduce logistical requirements and lower inventory.

Another possibility under consideration is a steerable drilling liner that will allow small corrections of the well path. Further refinement of the drilling liner system will require an integrated engineering approach between the drilling and completions disciplines.

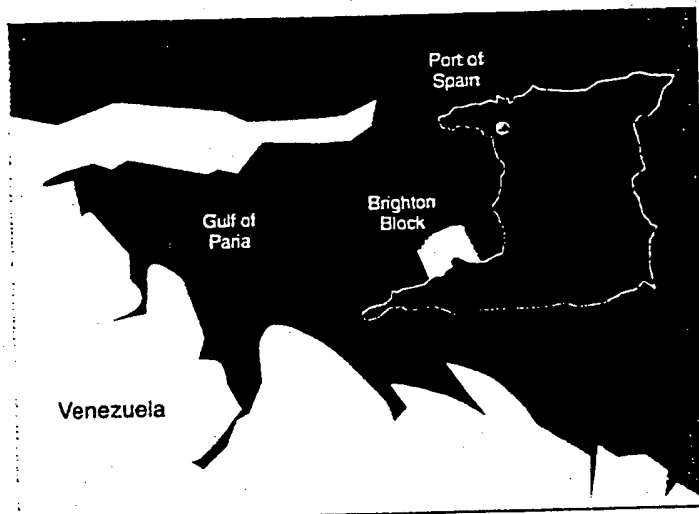
Recognizing this, Baker Hughes INTEQ, Baker Oil Tools and Hughes Christensen are working in partnership to improve this technology for tomorrow's drilling requirements. Δ

References:

- Vogt, C., Makohl, F., Sawarno, P. and Qutub, B. "Drilling Liner Technology for Depleted Reservoir", SPE European Petroleum Conference (SPE 36827), 1996.
- "A Drilling-Liner System for a Depleted Reservoir", Journal of Petroleum Technology, September 1996.

Western Geophysical/Spec Data

Brighton Block, Offshore Trinidad 3-D



Western Geophysical is pleased to announce the availability of the Brighton and East Guapo non-exclusive 3-D survey in the Gulf of Paria, Trinidad. The area is being offered to interested oil companies by Petrotrin for farm-in participation. The 3-D survey is part of the data package required for use in evaluating the prospect.

For more information on the 3-D survey or to QC the data, please contact Western Geophysical in Houston, and for details on the farm-in offering and equity split, contact Petrotrin in Trinidad.



Western Geophysical

Houston
Tel 1-713-963-2500



Trinidad
Tel 1-809-658-1261

© Copyright 1998 Western Atlas International, Inc. All rights reserved. W98-025

For further information Circle Number 273

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)
